
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Semester Examination
Academic Session 2016/2017

August 2017

EMH 222 – FLUID DYNAMICS
[Dinamik Bendalir]

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
ARAHAN KEPADA CALON :

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.
*Jawab **SEMUA** soalan.*

Answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Each question must begin from a new page.
Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.
Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Booklet for Thermodynamics properties is provided.
Buku Bendalir Termodinamik adalah dibekalkan.

- Q1.** A thin film of a viscous liquid flows along an inclined wall, as shown in Figure Q1. The flow is assumed to be a fully developed incompressible laminar flow and the inclined wall is stationary. The velocity profile is given by

Suatu cecair yang nipis dan likat mengalir di sepanjang dinding condong, seperti ditunjukkan dalam Rajah S1. Aliran dianggap lamina terbentuk penuh yang tidak boleh mampat dan dinding condong tidak bergerak. Profil halaju adalah seperti berikut

$$u = Cy(2h - y), v = w = 0$$

where C is an arbitrary constant and h is the thickness of the thin film. Note that g is the magnitude of the acceleration of gravity and β is the inclination angle of the wall.

dimana C adalah pemalar dan h ialah ketebalan filem nipis. g adalah magnitud pecutan graviti dan β ialah sudut kecerunan dinding.

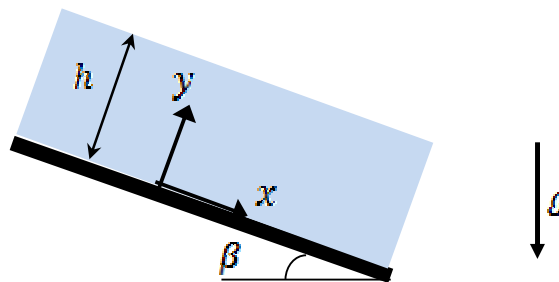


Figure Q1
Rajah S1

- [a]** Does the flow satisfy the law of mass conservation? Justify your answer by calculation.

Adakah aliran itu memenuhi hukum pengabadian jisim? Wajarkan jawapan anda dengan pengiraan.

(10 marks/markah)

- [b]** Derive the constant C in terms of h , g , ρ , β and μ .

Terbitkan pemalar C dengan mengambil kira h , g , ρ , β dan μ .

(50 marks/markah)

- [c]** Derive the volume flow rate Q per unit width in terms of h , g , ρ , β and μ .

Terbitkan kadar aliran isipadu Q setiap satuan lebar dengan mengambil kira h , g , ρ , β dan μ .

(40 marks/markah)

- Q2. [a] Describe the irrotational flow and give an example where this approximation is valid in a flow field.

Huraikan aliran tidak berputar dan berikan satu contoh dalam suatu aliran dimana anggaran ini sah dalam medan aliran.

(20 marks/markah)

- [b] Calculate the resultant velocity at point P, as shown in Figure Q2[b], in the presence of a source (S1) and a sink (S2) of equal strength $|\Gamma/L| = 10\text{m}^2/\text{s}$. In addition to the source and sink, a counter-clockwise line vortex (V1) of strength $\Gamma = 8\text{m}^2/\text{s}$ is also present in the flow field.

Kirakan halaju yang dihasilkan pada titik P, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b], dengan kehadiran satu sumber (S1) dan satu sinki (S2) yang mempunyai kekuatan yang sama iaitu $|\Gamma/L| = 10\text{m}^2/\text{s}$. Sebagai tambahan kepada sumber dan sinki, vortex garisan lawan arah jam (V1) dengan kekuatan $\Gamma = 8\text{m}^2/\text{s}$ juga terdapat dalam medan aliran.

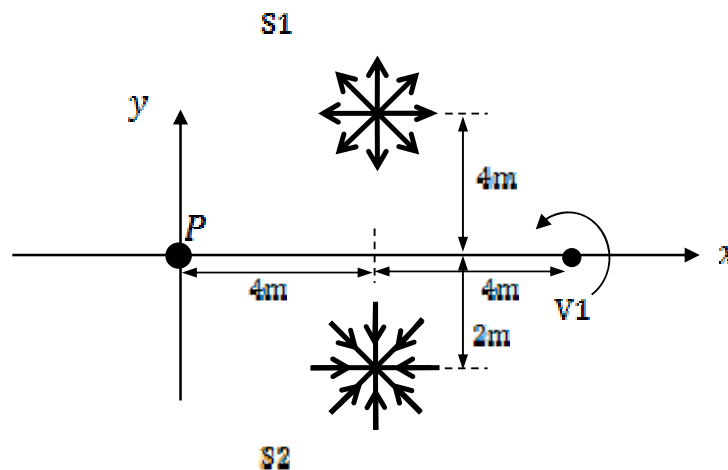


Figure Q2[b]
Rajah S2[b]

(50 marks/markah)

- [c] Calculate the stream function ψ for the flow field defined by $u = 2y$ and $v = 2$. The u and v denote the horizontal and the vertical components of the velocity.

Kirakan fungsi aliran ψ untuk medan aliran yang ditakrifkan oleh $u = 2y$ dan $v = 2$. u dan v menunjukkan halaju komponen mendatar dan menegak.

(30 marks/markah)

- Q3. [a] With the aid of a pump curve diagram, explain the **THREE** pump conditions operating at best efficiency point, shutoff head and free delivery.

Dengan bantuan gambarajah lengkung pam, jelaskan TIGA keadaan pam yang beroperasi pada titik kecekapan yang terbaik, turus tutup dan penghantaran bebas.

(20 marks/markah)

- [b] A water pump (Pump A) is used to deliver water from a water tank through a horizontal pipe (Pipe B), as shown in Figure Q3[b]. The total length of Pipe B is 20m with diameter of 5cm. Friction losses at the pipe entrance is neglected. Calculate the velocity of the water discharge in Pipe B when Pump A supplies pump head of 8m. The friction factor (f) for the pipe is given as 0.016.

Pam air (Pam A) digunakan untuk menyalurkan air dari tangki air melalui paip mendatar (Paip B), seperti ditunjukkan dalam Rajah S3[b]. Panjang keseluruhan Paip B adalah 20m dengan diameter 5cm. Kehilangan geseran di pintu masuk paip boleh diabaikan. Kirakan halaju pelepasan air dalam Paip B apabila Pam A membekalkan turus pam 8m. Faktor geseran (f) bagi paip adalah 0.016.

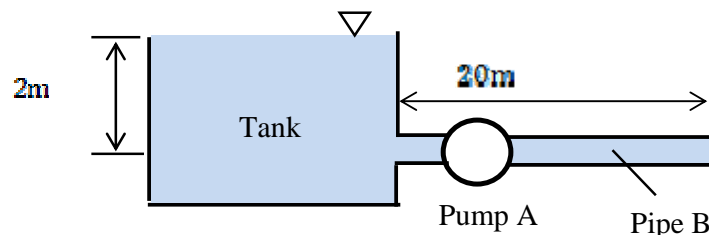


Figure Q3[b]
Rajah S3[b]

(50 marks/markah)

- [c] Calculate the power supplied to the pump in part [b] if the pump operates at the best efficiency point (BEP), $\eta_{BEP} = 85\%$.

Kirakan kuasa yang dibekalkan ke pam dalam bahagian [b] jika pam beroperasi pada titik kecekapan terbaik, $\eta_{BEP} = 85\%$.

(30 marks/markah)

- Q4. [a] Assume a blunt body and by using a sketch, show at which positions of the surfaces of the body where a flow separation occurs. What is the effect of velocity on the flow separation and boundary layer thickness?

Andaikan suatu jasad tumpul dan dengan menggunakan lakaran, tunjukkan posisi pada suatu permukaan jasad itu dimana berlakunya pemisahan aliran. Apakah kesan halaju ke atas pemisahan aliran dan ketebalan lapisan sempadan?

(20 marks/markah)

- [b] Consider a circular sign with diameter 60 cm as shown in Figure Q4[b] subjected to direct air flow up to 170 km/h at 120 kPa and 10°C. The air flow is steady, incompressible and turbulent. If the drag force on the pole is negligible, calculate:

Pertimbangkan sebuah papan tanda bulatan yang berdiameter 60 cm seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4[b] dikenakan udara terus sehingga 170 km/j pada 120 kPa dan 10°C. Aliran udara ialah mantap, tak boleh mampat dan bergelora. Jika daya seret ke atas tiang diabaikan, kirakan:

- (i) **Drag force acting on the sign.**
Daya seret yang bertindak pada papan tanda.
- (ii) **Bending moment at the bottom of the pole if the height from the ground to the bottom of the sign is 1.4 m.**

Momen lentur pada bahagian bawah tiang jika ketinggian daripada tanah ke bahagian bawah papan tanda tersebut ialah 1.4 m.

(Given: Drag coefficient for a thin circular disk is $C_D = 1.1$)
(Diberikan: Pekali seret untuk cakera nipis bulatan ialah $C_D = 1.1$)

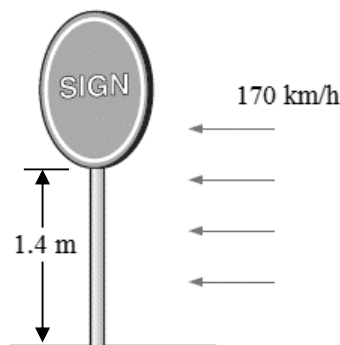


Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(40 marks/ markah)

- [c] A commercial passenger aircraft has a mass of 65 000 kg and wing area of 350 m² fly at an altitude of 12 000 m with a cruising drag coefficient, $C_D = 0.03$. The aircraft maximum lift coefficient, C_{Lmax} is 3.2 at standard atmospheric condition, calculate:

Sebuah pesawat komersial penumpang yang mempunyai jisim 65 000 kg dan keluasan sayap 350 m² terbang pada altitude 12 000 m dengan pekali seret jajak, $C_D = 0.03$. Pekali angkat maksimum pesawat, C_{Lmak} ialah 3.2 pada keadaan atmosfera piawai, kirakan:

- (i) **The takeoff speed at sea level if the takeoff speed is 25% over the stall speed.**

Laju berlepas pada aras laut jika laju berlepas tersebut 25% lebih daripada laju pegun.

- (ii) **The thrust provided by engines for a cruising speed of 800 km/h.**

Tujah yang diberikan oleh enjin untuk laju jajap 800 km/j.

(Given: air density at sea level = 1.225 kg/m³, air density at 12 000 m altitude = 0.312 kg/m³)

(Diberikan: ketumpatan udara pada aras laut = 1.225 kg/m³, ketumpatan udara pada 12 000 m altitude = 0.312 kg/m³)

(40 marks/ markah)

- Q5. [a] A combustion fuel flows through a gas turbine with a stagnation temperature of 800°C and stagnation pressure of 1.5 MPa. The fuel expands to a stagnation pressure of 150 kPa. Assuming the fuel is an ideal gas and the expansion process is isentropic, calculate the exit stagnation temperature and power output of the turbine.**

Suatu bahan pembakaran mengalir melalui turbin gas dengan suhu genangan dan tekanan genangan 800°C dan 1.5 MPa. Bahan tersebut mengembang menjadi tekanan genangan sebanyak 150 kPa. Dengan mengandaikan bahan tersebut ialah gas unggul dan proses pengembangan ialah isentropik, kirakan suhu genangan keluaran dan kuasa yang dihasilkan oleh turbin tersebut.

(Given the combustion material properties; $k = 1.33$, $c_p = 1.157 \text{ kJ/kg.K}$ and $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$)

(Diberikan sifat-sifat bahan pembakaran; $k = 1.33$, $c_p = 1.157 \text{ kJ/kg.K}$ and $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$)

(40 marks/ markah)

- [b] Explain the possibility of shock wave developing in the converging section of a converging-diverging nozzle.**

Terangkan kemungkinan untuk suatu gelombang kejutan terjadi di dalam bahagian menumpu di dalam nozel menumpu-mencapah.

(20 marks/ markah)

- [c] Air in a supersonic wind tunnel flows with low velocity through a converging-diverging nozzle at temperature 300 K and pressure 1.5 MPa. At the exit nozzle, the normal shock wave occurs at Mach number, $Ma = 2.5$. By assuming the air is an ideal gas with constant specific heats and the flow is steady, calculate the Mach number, pressure, temperature, and velocity after the shock.

Udara di dalam terowong angin supersonik mengalir dengan halaju rendah melalui nozel menumpu-mencapai pada suhu 300 K dan tekanan 1.5 MPa. Pada bahagian keluaran nozel, kejutan normal berlaku pada nombor Mach, $Ma = 2.5$. Dengan mengandaikan udara ialah gas unggul dengan haba tentu yang malar dan aliran adalah mantap, kirakan nombor Mach, tekanan, suhu dan halaju selepas kejutan.

(Given: the properties of air, $R = 0.287$ kJ/kg.K, and $k=1.4$)

(Diberikan: sifat-sifat udara, $R = 0.287$ kJ/kg.K, dan $k = 1.4$)

(40 marks/ markah)

-oooOOooo-